

# Лабораторная работа 1

## Вычисление параметров геостационарной орбиты Радиус орбиты и высота орбиты

На геостационарной орбите спутник не приближается к Земле и не удаляется от неё, и кроме того, вращаясь вместе с Землёй, постоянно находится над какой-либо точкой на экваторе. Следовательно, действующие на спутник силы гравитации и центробежная сила должны уравновешивать друг друга. Для вычисления высоты геостационарной орбиты можно воспользоваться методами классической механики и, перейдя в систему отсчета спутника, исходить из следующего уравнения:

$$F_u = F_z,$$

где  $F_u$  – сила инерции, а в данном случае, центробежная сила;  $F_z$  – гравитационная сила. Величину гравитационной силы, действующую на спутник, можно определить по закону всемирного тяготения Ньютона:

$$F_z = G \cdot \frac{M_z \cdot m_c}{R^2},$$

где  $m_c$  – масса спутника,  $M_z$  – масса Земли в килограммах,  $G$  – гравитационная постоянная, а  $R$  – радиус орбиты (расстояние в метрах от спутника до центра Земли).

Величина центробежной силы равна:

$$F_u = m_c \cdot a,$$

где  $a$  – центростремительное ускорение, возникающее при круговом движении по орбите.

Как можно видеть, масса спутника присутствует в выражениях и для центробежной силы, и для гравитационной силы. То есть, высота орбиты не зависит от массы спутника, что справедливо для любых орбит и является следствием равенства гравитационной и инертной массы. Следовательно, геостационарная орбита определяется лишь высотой, при которой центробежная сила будет равна по модулю и противоположна по направлению гравитационной силе, создаваемой притяжением Земли на данной высоте.

Центростремительное ускорение равно:

$$a = \omega^2 \cdot R,$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения спутника, в радианах в секунду.

Исходя из равенства гравитационной и центробежной сил, получаем:

$$m_c \cdot \omega^2 \cdot R = G \cdot \frac{M_3 \cdot m_c}{R^2}$$

Отсюда 
$$R = \sqrt[3]{G \cdot \frac{M_3}{\omega^2}}$$

Угловая скорость  $\omega$  вычисляется делением угла, пройденного за один оборот на период обращения (время, за которое совершается один полный оборот по орбите: один сидерический день, или 86 164 секунды). Получаем:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{86164} = 7,29 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с}$$

Расчетный радиус орбиты составляет 42 164 км. Вычитая экваториальный радиус Земли, 6 378 км, получаем высоту ГСО 35 786 км.